

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	HAMEDPOUR, Vahid
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	Dr. sc. nat. チッテリオ ダニエル
	副査	慶應義塾大学教授	博士（工学） 白鳥 世明
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 鈴木 秀男
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 石樽 崇明
<p>（論文審査の要旨）</p> <p>学士（理学），修士（理学）Hamedpour Vahid 君提出の学位請求論文は，「Fabrication of paper-based analytical devices by chemometrical approach」（ケモメトリックスに基づいた紙基板分析デバイスの作製）と題し，5 章より構成されている．</p> <p>近年，紙基板分析デバイス（PADs: paper-based analytical devices）に関する研究開発が世界中で着目されており，これまでに多種多様な PADs の作製方法，検出原理，分析対象物の濃度定量法に関する報告がされてきた．しかしながら，これらの PADs を効果的に開発するための実験計画法に関する言及はこれまでにされていない．以上の理由から，PADs はその場（POC: point of care）診断などの分野でも活躍し得る潜在的な能力を持っていながらも，市場に流通しておらず，実用化されていないのが現状である．そこで本論文では，依然として知見の乏しい PADs の開発における実験計画の設計をするために，計量化学（ケモメトリックス）でよく用いられる異なる 3 種の実験計画法を応用し，PADs の最適化を指向している．また，自動的に実験結果の解析や画像解析を行うためにソフトウェアを導入し，そのためのアルゴリズムを開発している．</p> <p>第 1 章では，本研究における背景について概説している．前半では，これまでに研究開発されてきた PADs に関して，後半では，ケモメトリックスに関して概説している．</p> <p>第 2 章では，本研究において PADs の開発の際に使用した，ボックス-ベンケン計画法（BBD: Box-Behnken design），中心複合計画法（CCD: central composite design），D 最適計画法（D-optimal design）の比較研究に関して概説し，イソニアジドを分析対象とした PADs の研究開発について述べている．PADs 上でのイソニアジド検出は，比色指示薬であるメチルオレンジの色変化に基づいており，異なるケモメトリックスによって同一の PADs の最適化を指向している．ここで，前述した 3 種類のケモメトリックスのそれぞれの実験計画法の長所や欠点を考察し，実際に考えうる反応条件を加味しながら最適化を行っている．また，従来まで色変化したメチルオレンジ（検出ゾーン）の選択を手動で行っていたため，観測者による誤差が発生していたが，本研究では，ソフトウェアにより作成したアルゴリズムを得られた色値の分析に導入したことによって，定量分析の迅速化と人為的誤差を減らすことに成功している．</p> <p>第 3 章では，ケモメトリックスにより最適化された尿酸の比色分析に向けたマイクロ流体 PADs（μPADs）のインクジェット印刷技術による開発について述べている．画像分析やデータ分析は，ソフトウェアを利用して解析を行ったが，尿酸分析の条件において制約があるため，BBD を適用している．また，データ分析の過程では，イメージプロファイルを利用した部分的最小二乗判別分析（PLS-DA: Partial Least Squares Discriminant Analysis）に基づいて行うことにより，自動的な外れ値の分類に成功している．</p> <p>第 4 章では，CCD に基づき最適化されたイソニアジド検出のための PADs の開発について述べている．反応系などの 7 つの因子を考慮した実験計画を PADs の最適化に導入し，これらの因子が反応系や得られる色変化に及ぼしうる影響を，46 回のみの実験で同時に検証している．また，ケモメトリックスの適用によって，最適化にかかる時間と実験にかかる費用の削減に成功している．</p> <p>第 5 章では，結論と今後の展望を交えて述べることで，本研究の成果を要約している．</p> <p>以上要するに，本研究では，ケモメトリックスの導入により感度や信頼性の向上した POC 診断のための PADs の開発に成功している．このような研究は，分析化学や医学分野へ貢献するものであり，工学上，工業上寄与するところが少なくない．よって，本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める．</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第 2（マテリアルデザイン科学専修）科目担当者で試問を行い，当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した．</p> <p>また，語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した．</p>		